

1961

Ch Wolff Long







Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
(Direktor: Professor Dr. Dr. M. Herrmann)  
Konservierende Abteilung  
(Leiter: Professor Dr. Josef Kluczka)

---

ÜBER DEN EINFLUSS DES STOPFDRUCKS, DER STOPFTECHNIK  
UND DES INSTRUMENTARIUMS  
AUF DEN RANDSCHLUSS DER AMALGAMFÜLLUNG

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde  
der

Hohen Medizinischen Fakultät  
der

Johannes Gutenberg-Universität  
Mainz

vorgelegt von

CHRISTA WÖLFFLING

Zahnärztin

aus

Mainz



Dekan: Professor Dr. Dr. M. Herrmann

Referent: Professor Dr. J. Kluczka

Tag der mündlichen Prüfung: 11.1.1961

Datum des Diploms: 11. Jan. 1961



GESAMTHERSTELLUNG:

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64-66

MEINEN LIEBEN ELTERN  
IN DANKBARKEIT  
GEWIDMET



# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

## THEORETISCHER TEIL

|                                                                                                                                                                                                                                            |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Einleitung .....                                                                                                                                                                                                                           | 1 |
| Seit wann kennt man die konservierende Behandlung der Zähne und welche Möglichkeiten standen den "Zahnärzten" vor unserer Zeit zur Verfügung, um die Zähne zu füllen, bis das Amalgam in der Zahnheilkunde allgemein anerkannt wurde ..... | 2 |
| Über den Randschluß und seine Bedeutung .....                                                                                                                                                                                              | 7 |
| Abhängigkeit einer Amalgamfüllung von der Arbeit des Zahnarztes, insbesondere der Stopftechnik, dem Stopfdruck und dem Instrumentarium .....                                                                                               | 8 |

## EXPERIMENTELLER TEIL

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Einleitung .....                                                                                             | 13 |
| Herstellung der Phantomkavität und die Versuchsanordnung ....                                                | 15 |
| Meßmethode .....                                                                                             | 16 |
| Versuch, ohne eine bestimmte Stopftechnik dichte Amalgamfüllungen mit Degussa "Standalloy" zu erhalten ..... | 17 |
| Versuch, Kollegen die beschriebene Stopftechnik zu vermitteln .                                              | 20 |
| Ergebnisse an verschiedenen Amalgamen mit immer der gleichen Stopftechnik .....                              | 22 |
| Tabellen .....                                                                                               | 25 |
| Diskussion .....                                                                                             | 31 |

## ZUSAMMENFASSUNG .....

## Literaturverzeichnis .....



## THEORETISCHER TEIL

### EINLEITUNG

Die Amalgame waren früher noch ein recht unsicheres Produkt mit vielen Fehlresultaten. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß kein Füllungsmaterial je so umstritten war wie dieses.

Durch zahlreiche Untersuchungen konnte jedoch das Amalgam immer mehr verbessert werden, und so ist es heute das am meisten angewandte Füllungsmaterial.

Alle die Untersuchungen, die man mit Amalgam durchführt, haben den Sinn, ein Material zu schaffen, das in der Lage ist, den Zahn vor einer Sekundärkaries und anderen schädlichen Einflüssen zu schützen und eine Stopftechnik zu entwickeln, die es jedem Zahnarzt ermöglicht, eine gute Amalgamfüllung zu legen.

Stellt man sich die Frage, warum die Füllungsmaterialien in der konservierenden Zahnheilkunde heute eine so große Rolle spielen, so ist dazu folgendes zu sagen.

Durch die immer modernere Ernährungsweise einschließlich anderer Faktoren ist die Karieskurve in den letzten Jahrzehnten sehr angestiegen. Eine gute konservierende Behandlung, d.h. Versorgung der kariösen Defekte, ist aus diesem Grund heute bei den wenigsten Menschen entbehrlich.

Aus einer fehlenden oder schlechten konservierenden Behandlung der kariösen Zähne und auf Grund der Anwendung von unzureichendem Füllungsmaterial oder einer unzureichenden Verarbeitungsweise des Materials ergeben sich eine Anzahl von wichtigen Faktoren, die infolge des deletären Fortschreitens der Karies die Gesundheit des Menschen stark beeinträchtigen können.

Die Amalgamfüllung kann zur Gesunderhaltung und Funktionstüchtigkeit der Zähne einen großen Teil beitragen. Es ist deshalb wichtig, dasselbe durch weitere Untersuchungen und durch Entwicklung einer geeigneten Amalgamstopftechnik noch mehr zu verbessern und aufzuzeigen, welche Faktoren zur Herstellung einer guten Füllung von großer Wichtigkeit sind.

Bevor ich meine Ausführungen über das Stopfen mit Amalgam beginne, möchte ich noch einiges über die Entwicklung der Füllungsmaterialien bis zum Amal-

gam sagen. Anschließend werde ich auf den Randschluß der Amalgamfüllung und seine Bedeutung eingehen sowie die Faktoren näher beleuchten, die für ihn von größtem Wert sind.

SEIT WANN KENNT MAN DIE KONSERVIERENDE BEHANDLUNG DER ZÄHNE UND WELCHE MÖGLICHKEITEN STANDEN DEN "ZAHNÄRZTEN" VOR UNSERER ZEIT ZUR VERFÜGUNG, UM DIE ZÄHNE ZU FÜLLEN, BIS DAS AMALGAM IN DER ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN ANERKANNT WURDE

Die Zahnheilkunde wurde erst recht spät zu einem Sondergebiet der allgemeinen Medizin. Bis dahin war sie ein Bestandteil der Chirurgie. "Rund 200 Jahre, von etwa 1500 - 1700 hat es gedauert, bis die ersten Zahnärzte in der Standesgeschichte der Medizin erschienen." (Greve, 1).

Patienten, die im 17. Jahrhundert schlechte Zähne hatten, waren wirklich nicht zu beneiden. So unangenehm das Ziehen der Zähne und so unvollkommen der Zahnersatz war, so primitiv müssen uns auch heute die Versuche erscheinen, die gemacht wurden, um die kranken Zähne zu erhalten. Jedoch muß man bedenken, daß es zu dieser Zeit weder Bohrmaschine, einwandfreie Füllungsmaterialien noch sicher wirkende As-Präparate gab.

Die konservierende Behandlung war im 17. Jahrhundert noch so mangelhaft ausgebildet, daß man eigentlich kaum von einer solchen reden kann. Das kam wohl vor allem daher, daß man von dem Wesen der Karies noch sehr wenig wußte. So wurde der Zahnschmerz weniger als Symptom einer Erkrankung empfunden. Er war vielmehr Ausgangspunkt der Erkrankung. Die konservierende Zahnheilkunde im 17. Jahrhundert sah deshalb ihre Aufgabe darin, in erster Linie den Zahnschmerz zu beseitigen. Das "Plombieren" der Zähne galt schon nicht mehr als wichtig. Den Zahn wieder funktionstüchtig zu machen, lag gar nicht in der Absicht. Dies beweist Dionis (2), indem er betonte, er fülle die Löcher in den Zähnen nur deshalb, damit sie nicht als Retentionsstellen für Speisereste dienen.

In der sog. Feile hatten die Zahnärzte des 17. Jahrhunderts ein Instrument zur Verfügung, das ähnliche, wenn auch völlig unzureichende Möglichkeiten für die Kavitätenpräparation wie die Bohrmaschine des heutigen Zahnarztes bot. Mit der Feile wurden scharfe Ecken und Kanten beseitigt und nach Möglichkeit kariöse Defekte entfernt.

Bourdet (zit. n. Strömgren, 3) gibt eine typische Beschreibung der konser-

vierenden Zahnbehandlung dieser Zeit, wie sie am sorgfältigsten auszuführen ist. Er sagt: "Wenn ein Zahn ein Loch hat, ohne daß er weh thut, und man gut darauf essen kann, kann man ihn mit Bley ausfüllen. Vorher ist es aber notwendig, die erweichten Theile mit einer Feile wegzunehmen und nachher ein Stück Watte in das Loch einzuführen, um die kleinen Reste, die zurückgeblieben seyn können, zu entfernen. Man führt diese Watte in dem Loch herum, nimmt ein paar Mal neue Watte und läßt das letzte Stück liegen, bis man bereit ist, die Plombe hineinzulegen. Immer wenn man einen Zahn plombieren will, darf man die Watte erst dann wegnehmen, wenn man die Plombe hineinlegt, um das Loch besser auszutrocknen, so daß keine Feuchtigkeit darin bleibt. Wenn ein Zahn in dieser Weise plombiert wird, ehe er Schmerzen verursacht hat, und wenn das Loch genau zugestopft ist, kann man ihn sein ganzes Leben behalten, auch wenn er im Oberkiefer ist. Man muß darauf achten, wenn die Caries im seitlichen Theile des Zahnes seinen Sitz hat, daß, ehe man plombiert, das Loch genügend geöffnet ist, um eine gute Operation zu machen. Feines Silber ist zum Füllen viel besser als Bley ... Wenn die Caries in den Schneidezähnen, Eckzähnen und kleinen Molaren so weit fortgeschritten ist, daß der Kanal bloßliegt, oder wenn man fürchtet, den Zahn zu schwach zu machen, wenn man die Caries abfeilt, muss man beym Plombieren sehr vorsichtig seyn. Erst macht man so viel Platz, daß man hineinkommen kann, dann entfernt man mit einer Feile die angegriffenen Theile. Danach füllt man das Loch nicht mit Zinn oder Bley, sondern mit den feinsten Goldblättern, die man zum Zwecke hat aushämmern lassen. Jedes Mal, wenn man sie anwendet, erwärmt man sie auf einer Schaufel. Die Goldblätter, die die Vergolder brauchen, sind viel zu dünn, wir brauchen dickere. Wenn das Gold weich ist, wohl gehämmert, und man es mit Sorgfalt erwärmt, hält es eben so gut wie das Zinn; dazu hat es den Vorteil, daß es nicht schwarz wird, und auch nicht die Farbe der Zähne verändert ... Ein erfahrener Zahnarzt wird sich darüber klar werden, ob die Behandlung dem Kranken Erleichterung verschaffen kann. Wenn ein besonders empfindlicher Zahn plombiert worden ist, kommt es oft vor, daß die Schmerzen, statt aufzuhören, zunehmen, weil die Plombe auf den Nerven drückt. Wie groß ist doch der Vortheil, wenn man sich rechtzeitig die Zähne plombieren läßt! Man bringt den kariösen Process zum Stillstand, man verhindert Speisereste am Eintreten in das Loch, der plombierte Zahn hat keinen bösen Geruch und kann die Nachbarzähne nicht verderben, was sicher geschehen wäre, wenn man die Entwicklung der Caries nicht verhindert hätte. Mit einem Wort: Man macht die angegriffenen Zähne wieder stark und verhindert, daß sie abbröckeln, wenn man mit ihnen kaut."

Dies zeigt, wie gewissenhaft Bourdet seine Arbeit verrichtete.

Anfang des 19. Jahrhunderts nahm die konservierende Behandlung der Zähne einen gewaltigen Aufschwung. Die Notwendigkeit, ein Mittel zum Füllen der Kavitäten der Zähne zu finden, führte 1826 zur Einführung des Amalgams in die zahnärztliche Praxis, wobei sich die früher angewandten Füllungsmaterialien, u. a. auch das Blei (daher der Name "Plombieren"), als höchst unzulänglich erwiesen hatten. Das Amalgam war zu dieser Zeit allerdings ein noch recht unsicheres Füllungsmaterial und die Meinungen über dieses gingen weit auseinander.

Harris (4) bezeichnete es als das verderblichste aller Füllungsmaterialien.

Miller (5) machte Untersuchungen über das Amalgam und stellte fest, daß der große Nachteil der Amalgamfüllung in einer Erweichung der Füllung bestehe und daß dadurch ein schlechter Randschluß bedingt sei, der wiederum nach kurzer Zeit eine Sekundärkaries zur Folge habe. Durch verschiedene Zusätze, z. B. Zinn, erhielt er einen besseren Randschluß.

Choulant (6) berichtet, das erste brauchbare Amalgam sei das Townsend (1855) gewesen. Es bestand aus 44,5% Silber und 55,5% Zinn.

1879 wurde die Amalgamfüllung dann nach wissenschaftlichen Grundsätzen hergestellt und von dieser Zeit an laufend verbessert.

Obwohl die konservierende Behandlung erst sehr spät einsetzte, kannte man doch schon lange vor dieser Zeit Mittel, mit denen man die Zähne füllte. Diese Füllungsmaterialien sind jedoch mehr als provisorische anzusehen.

Celsus (zit. n. Greve, 7), ein Nichtarzt um Christi Geburt mit ärztlicher Erfahrung, erwähnte das Füllen der Zähne durch medikamentöse Verschlüsse.

Chu Hsi Tao (zit. n. Eichner, 8) berichtet, daß in einer 600 Jahre vor Christi Geburt geschriebenen Vorschrift die Herstellung einer Silber-Zinn-Paste beschrieben werde, und der Arzt Li Shih Chen soll 1596 berichtet haben, man könne mit dieser Paste "zerstörte Zähne reparieren".

Bereits im 11. Jahrhundert kannten die Araber das Füllen der Zähne mit Gold. Sie stellten nach Augenmaß sog. Inlays her. Auch diese hatten mehr die Aufgabe, den Defekt auszufüllen, als den Zahn wieder funktionstüchtig zu machen (Greve, 1).

Chauliac (1308 - 1368) füllte die Zähne mit Kampfer, Schwefel, Myrrhe und Asa Foetida (zit. n. Greve, 7).

Arculanus (1458), Professor in Bologna, füllte kleine Kavitäten mit Gold-

blättchen (zit. nach Greve, 7).

Guillemean (1612) versuchte, Füllungen aus Korallenpulver und Mastix herzustellen (zit. n. Greve, 7).

Die Experimentierfreudigkeit war bei den Zahnärzten stets sehr groß, und obwohl die eigentliche Amalgamfüllung erst etwa 1826 in der Zahnheilkunde angewandt wurde (Black, 9), kannte man sie doch schon viel früher. Allerdings war sie als Füllmittel noch recht bedenklich.

Bereits zu der Zeit, da sich die Zahnheilkunde von der Chirurgie der allgemeinen Medizin abtrennte, taucht das Amalgam erstmalig unter dem Namen "Silberpaste" auf und erregte die Gemüter der Zahnärzte. Jeder "Zahnarzt" stellte sich seine Mittelchen - wie auch die Ärzte - selbst her. So beherrschten zu dieser Zeit Aberglaube, Alchimie und Astrologie die damaligen Dentatores, und man erzählte sich von ihnen wahre Wunderdinge.

Auch der Name "Amalgam" verrät seinen alchimistischen Charakter. Er kommt von (Baume, 10) "Al malgham" und ist die arabische Ableitung des griechischen "malagma" = Brei und bedeutet eine bildhafte Beschreibung des Anfangsbuchstabens eines Metallgemisches nach Beschickung mit Quecksilber.

Baume (10) berichtet von einem Originalrezept für Amalgam aus dem Jahre 1601. Nach diesem Rezept wird Kupfer-Sulfat zusammen mit Quecksilber in einer starken Säure gekocht, wobei sich Cu-Amalgam bildet. Dieses soll dann in den Zahnkavitäten zu einer steinharten Masse erhärten. Der Verfasser des Rezeptes, Tobias Dornkreilius, Stadtarzt der Republik Lüneburg, hatte dasselbe mit einer anderen handschriftlichen Inkunabel aus dem Mittelalter unter verschiedenen anderen Büchern gefunden, die ihm einmal vermacht worden waren.

Daraus geht mit Sicherheit hervor, daß schon zu dieser Zeit Amalgamfüllungen gelegt wurden. Sicher wußten davon jedoch nur wenige, denn erst etwa 200 Jahre später taucht es in der Literatur und der zahnärztlichen Praxis als Füllungsmaterial auf.

Bis zu dieser Zeit füllte jeder "Zahnarzt" die Zähne nach eigenem Wissen und mit zum größten Teil eigens hergestellten Mitteln, sofern er nicht zur Zange griff.

Im 17. und 18. Jahrhundert tauchen dann mehrfach metallische Füllungsmaterialien auf, aber man gebrauchte durchaus noch die sog. provisorischen Füllmittel, die von Zeit zu Zeit erneuert werden mußten.

Berdmore (zit. n. Strömberg, 3) begnügte sich mit Füllungen aus Wachs, Ambra oder Mastix.

Wachs, Tacamahac und besonders die "graue Ambra" waren im 18. Jahrhundert sehr beliebte Füllmittel. Alle drei Materialien waren in ihrer Konsistenz weich und ließen sich gut in die Löcher der Zähne füllen.

Tacamahac ist ein Produkt aus verschiedenen Harzen. Die "graue Ambra" (zit. n. Strömberg, 3) gehörte zu den großen Wunderdingen des 18. Jahrhunderts. Es war sehr kostbar und roch besonders gut. Man sagte, es wäre "köstlicher als Gold". Außerdem erzählte man sich von ihm, daß es "das Gehirn, Herz und Magen stärkt und Freude hervorbringt". Woher Ambra kommt und was es ist, darüber waren die Meinungen verschieden. Einige sagten, es sei der Kot von Vögeln, die von kostbarsten Gewürzen leben, andere wiederum meinten, es sei eine Art von Meteorstein.

Der Leibarzt Ludwigs XV., Bourdet (1757), füllte die Zähne mit Zinnfolie (zit. n. Greve, 7).

Pepys (11) aus England (1805) benutzte leichtflüssiges Metall (Wismut, Blei, Zinn) als Füllmaterial.

Murphey (1837) soll, bevor er das Amalgam benutzte, Glasfüllungen gemacht haben (zit. n. Greve, 7).

1818 verbesserte Regnart (zit. n. Choulant, 6) die von Darcet entwickelte Legierung aus Wismut, Blei und Zinn. Er versetzte sie mit Quecksilber und erniedrigte dadurch den Schmelzpunkt von 100° C auf 68° C.

Taveau (zit. n. Eichner, 8) gilt heute allgemein als der Urheber der Amalgamfüllung, obwohl es mit dem Originalrezept aus dem Jahre 1601 von Tobias Dornkreilius bewiesen ist, daß man das Amalgam schon viel früher kannte und anwandte.

Black (12) machte als erster die Feststellung, daß durch Feilung die Amalgame gehärtet würden und daß eine nachfolgende Erwärmung auf die späteren Eigenschaften des Amalgams von großem Einfluß sei.

Witzel wies 1899 in seinem umfangreichen Buch "Das Füllen der Zähne mit Amalgam" auf die Feststellungen von Black hin und stellte selbst umfangreiche Untersuchungen über die Eigenschaften und die Verarbeitung der Amalgame an.

Durch die Arbeiten von Black und Witzel gelangte das Amalgam zu der Stellung, die es bis heute in der Zahnheilkunde einnimmt.

Durch laufend durchgeführte Untersuchungen wurden eventuell auftretende Mängel in der Verarbeitung und Qualität beseitigt und das Amalgam somit verbessert.

Roper (zit. n. Fischer, 13) ließ im amerikanischen Heer nahezu 68 170 326 Füllungen legen. Der größte Teil davon war aus Amalgam. Er kommt dabei zu dem Schluß, "daß Amalgam, richtig verarbeitet und angewendet, von keinem anderen Metall übertroffen werden kann und daß es Zeit ist, einzugestehen, daß das Amalgam sehr wohl die Goldeinlagefüllung ersetzen kann".

## ÜBER DEN RANDSCHLUSS UND SEINE BEDEUTUNG

Unter einem guten Randschluß versteht man das vollkommene Abschließen des Füllungsmaterials mit dem Kavitätenrand des Zahnes. Besteht auch nur der geringste Spalt zwischen Füllung und Zahn oder eine nur mikroskopisch feststellbare Porosität des Materials, so ist die Füllung nicht vollkommen. Bakterien, Speisereste und Speichel dringen in diese Spalträume ein und rufen nach kurzer Zeit eine Sekundärkaries hervor.

Es ist deshalb Pflicht des Zahnarztes, eine einwandfreie Füllung mit exaktem Randschluß zu legen. Dadurch macht er den kariös zerstörten Zahn wieder kauen- und funktionstüchtig und hält ihn so lange wie möglich lebensfähig.

Eine Füllung, die diese Bedingungen erfüllt, ist von verschiedenen Faktoren abhängig, z. B. von der Zubereitung und der Verarbeitung, von den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Materials selbst, von der Korrosionsbeständigkeit, der Teilchengröße, dem Dimensionsverhalten und vielen anderen Faktoren. Selbstverständlich ist eine exakte Kavitätenpräparation die Voraussetzung einer exakten Füllungstherapie.

Da das Amalgam in den letzten Jahrzehnten in seiner Qualität laufend verbessert worden ist, steht man heute allgemein auf dem Standpunkt, daß mit fast jedem Amalgam, sofern es richtig verarbeitet wird, eine Füllung mit gutem Randschluß erzielt werden kann.

Ein guter Randschluß der Amalgamfüllung ist also zum größten Teil vom Zahnarzt selbst abhängig. Deshalb soll im folgenden Kapitel kurz über die Verarbeitung des Amalgams, insbesondere über die Stopftechnik, den beim Stopfen angewandten Druck und das Instrumentarium berichtet werden.

## ABHÄNGIGKEIT EINER AMALGAMFÜLLUNG VON DER ARBEIT DES ZAHNARZTES, INSBESONDERE DER STOPFTECHNIK, DEM STOPFDRUCK UND DEM INSTRUMENTARIUM

Die Verarbeitung des Amalgams, die Stopftechnik und besonders der Stopfdruck sind für eine gute, randdichte Füllung von nicht zu unterschätzendem Wert (Kluczka, 14).

Der Grundstein für eine solche Füllung liegt jedoch bereits in einer einwandfreien Präparation, denn nur diese bürgt für den Halt der Füllung im Zahn. Leider nimmt man sich dafür nicht immer die nötige Zeit (Fischer, 13).

Die Kavitätenpräparation soll nach den Grundsätzen von Black (9) erfolgen.

Black's Forderung, die Randspaltverhältnisse dadurch so günstig wie möglich zu gestalten, daß der Verlauf der Schmelzprismen parallel zur Kavitätenwand angestrebt wird, ist wohl nicht immer in der Praxis exakt zu erfüllen. Panthke (15) zeigte dies mit dem Repliceabdruck. Der Prismenverlauf ist bei jeder Kavitätenpräparation schräg. Da diese Rauigkeit des Randes besonders nach Verwendung von Diamantkörpern sehr ausgeprägt ist, soll man die Ränder stets mit Finierern glätten.

Ein weiterer Punkt, der als Voraussetzung einer korrekt gelegten Amalgamfüllung anzusehen ist, ist die absolute Trockenhaltung der Kavität. Witzel (16) stellt die Forderung der möglichsten Trockenhaltung auf, legte darauf allerdings noch nicht ganz so großen Wert, wie wir es heute tun. Das Anlegen von Cofferdam hielt er nicht unbedingt für erforderlich, und zwar eher aus technischen Gründen. Er sagte: "Manche mühsam aufgebaute Konturfüllung ist beim Abnehmen des Cofferdam und der Klammer zur Hälfte wieder abgerissen worden."

Die Art, eine Kavität mit Amalgam zu stopfen, ist individuell verschieden, und man kann keine feste Norm festsetzen. Jeder ältere Zahnarzt hat durch jahrelange Erfahrungen seine eigene Stopftechnik entwickelt und wird damit gute Erfolge erzielen. Es ist jedoch für den jüngeren Kollegen von großem Wert, wenn er von Anfang an nach einer ganz bestimmten, erprobten Stopftechnik arbeitet, mit der er zu guten Erfolgen kommen kann. Eine Anleitung zum Füllen der Zähne mit Amalgam gab Witzel bereits 1899. Seine Forderung, das Amalgam nur in kleinen Portionen in die Kavität zu bringen und fest gegen die Wand zu drücken, hat heute mehr Bedeutung denn je. Er verwarf die Methode, das Amalgam im ganzen in die Kavität zu bringen und festzudrücken, indem er sagte: "...und es ist sicher fehlerhaft, eine große, die Höhle nahe-

zu ausfüllende Portion Amalgam auf einmal einzulügen und festzudrücken in der Annahme, daß unter dem starken Druck das Füllungsmaterial sich überall gleichmäßig den Wänden anlegt." Da dies nicht der Fall ist, sei es zweckmäßig, jede Amalgamportion einzeln fest zu kondensieren. Nur dadurch könne eine Porosität und ein schlechter Randschluß vermieden werden (Witzel, 16).

Auch Rebel (17) stopft in kleinen Portionen und rotiert das Amalgam zuerst in die Kavitätenwinkel und dann an die Kavitätenwand ein.

Haubeil (18) füllt die Kavität in Form kleiner Kügelchen. Bei Einführung größerer Mengen auf einmal werde das Amalgam zu früh hart und bröckele. Jedes Kügelchen soll für sich, am besten mit einem angerauten Amalgamträger gegen den Boden der Kavität gedrückt werden. Um das Quecksilber zu entfernen, das sich in Form kleiner Kügelchen während des Kondensierens an der Oberfläche bildet, und um einen guten Randschluß zu bekommen, sagt er, ist beim Stopfen ein Druck von 9 - 15 Pfund notwendig.

Die Entfernung des Quecksilbers in den obersten Amalgamschichten forderte auch Witzel (16). Allerdings warnte er vor zu quecksilberarmem Amalgam. Er meint, das Amalgam dürfe nicht zu trocken sein, da sonst die Gefahr besteht, daß es sich mit Speichel vollsaugt und einen schlechten Verschuß gibt. Er preßte überschüssiges Quecksilber in den obersten Schichten durch Fingerdruck aus, was wir heute aus gesundheitlichen Gründen ablehnen müssen. Falls er nicht mit dem Finger herankam, entfernte er das Quecksilber durch Auflegen von Zinnfolie. Das Überbauen hielt er schon aus dem Grund für erforderlich, da die oberste Schicht, die durch das Auflegen der Zinnfolie minderwertig geworden war, entfernt werden müsse. Witzel empfiehlt starkes gepolstertes Aufbeißen.

Ehrlich (19) untersuchte den Einfluß der Stopfmethode auf die Spaltbreite am Füllungsrand und kommt am Schluß seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß ein übervolles Stopfen und das Stopfen in sehr kleinen Portionen keinen Schluß auf die Güte der Amalgamfüllung zuläßt. Er erreichte ohne übervolles Stopfen und durch Stopfen in größeren Portionen bessere Ergebnisse als mit kleinen Portionen. Er stellte fest, daß der Kontraktionsspalt dann am kleinsten ist, wenn man mit etwa 4 Amalgamportionen stopft.

Freytag (20), Weißhuhn (21) und v. Verbowski (22) wandten mit geringen Änderungen die Stopfmethode von Witzel an und bewiesen, daß der Randschluß besser ist, wenn mit kleinen Portionen, festem Stopfdruck und großem Zeitaufwand gearbeitet wird. Eine besonders große Bedeutung scheint auch der Druck, der beim Stopfen angewandt wird, zu haben, denn fast alle,

die sich mit Amalgam beschäftigt haben, betonen besonders diesen Faktor.

Greth (23) weist vor allem auf ein sehr kräftiges Stopfen und Anrotieren des Amalgams hin und sagt, dies zeigen nicht nur Brecht-Bergen u. a., sondern auch Loebich, die feststellten, daß eine flüchtig gestopfte Amalgamfüllung sehr porenreich sei. Eine gute Kondensation und eine gut polierte Oberfläche der Füllung beuge einer Korrosion mit all ihren Schädigungen vor, denn eine glatte Oberfläche bilde einen besseren Schutz als eine unpolierte, rauhe, an der sich Speisereste und Beläge leicht festsetzen können.

Wie unansehnlich eine solche Füllung nach kurzer Zeit aussieht, davon hat sich gewiß schon jeder Zahnarzt überzeugt, und er sollte die Politur in der zweiten Sitzung für sehr wichtig halten.

Über die Stopftechnik wäre noch zu sagen, daß man sich allgemein darüber einig ist, daß eine fest gestopfte Füllung besser ist als eine mit geringem Druck gestopfte.

Freytag (20) zeigte an Hand einer Reihe von Versuchen, daß man beim Stopfen mit kleinen Portionen und erheblichem Druck und größerem Zeitaufwand, einer relativ quecksilberarmen Oberfläche zu 85% eine dichte Amalgamfüllung herstellen kann. Er stellte in seiner Arbeit besonders heraus, daß die Füllung, die mit festem Druck hergestellt wurde, einen besseren Rand-schluß zeigte als die, die mit einem schwächeren Druck hergestellt wurde.

Ilg (24) sagt: "Wenn einem nach dem Stopfen einer Amalgamfüllung nicht der Arm weh tut, hat man nicht sorgfältig gearbeitet."

Der Stopfdruck wirkt sich also auf die Güte der Amalgamfüllung aus. Je größer der Stopfdruck, um so höher ist auch die Expansion (Kluczka, 14).

Um eine gute Amalgamfüllung herstellen zu können, ist die Auswahl von geeigneten Instrumenten von nicht zu unterschätzendem Wert.

Witzel (16) empfiehlt die Anwendung von glatten rotierenden Stopfern, die an der Bohrmaschine angebracht sind. Er stellte fest, daß ein rotiertes Amalgam kompakter wird als ein fest gestopft. Er bevorzugte die glatten Stopfer deshalb, weil an aufgerauhten oft noch verhärtetes Amalgam klebt. Diese eignen sich deshalb nicht zum Stopfen.

Black (9) benutzte größtmögliche Stopfer, um das Amalgam als Ganzes zu packen und kondensieren zu können.

Baume (25) sagt, man solle nur Stopfer mit flachem Kopf, also keine Ku-

gelstopfer verwenden. Die angerauhten Amalgamträger seien nur zum Einbringen des Amalgams, aber nicht zum Kondensieren geeignet. In den bukkalen und lingualen Abschlußpartien benötigte er einen dreieckig geformten Stopfer.

Freitag (20) benutzte zum Stopfen glatte, breite Stopfer, außerdem einen Kugelstopfer und kondensierte mit vollem Händedruck.

Weißhuhn (21) stopfte im Gegensatz zu Freitag mit einem angerauhten Amalgamträger und einer Kugel und konnte die von Freitag erzielten Ergebnisse nicht vollkommen reproduzieren. Ob dies jedoch an dem angerauhten Amalgamträger allein lag, soll hier nicht diskutiert werden.

v. Verbowski (22) benutzte einen glatten Amalgamstopfer zum Kondensieren und einen glatten Kugelstopfer. Er stellte an Hand von Versuchen fest, daß das mit dem Zylinderstopfer kondensierte Amalgam kompakter ist als das mit dem Rotationsinstrument kondensierte.

Nicht nur die bis jetzt erwähnten Punkte sind für die Herstellung einer guten Amalgamfüllung von Wichtigkeit. In der Literatur wird auch verschiedentlich die Meinung vertreten, daß der Zeitpunkt der Verarbeitung des Amalgams für den Randschluß von großer Bedeutung sei.

Ilg (24) sagt, der Zeitpunkt der Verarbeitung beeinflusse die Expansion. Er schlägt vor, das angemischte Amalgam erst nach Ablauf eines Teiles der primären Kontraktionsphase, die entsprechend der Zusammensetzung des Amalgams auch verschieden ist, in die Kavität einzubringen. Es soll im Zustand der letzten Plastizität und der letzten Adaptierfähigkeit verarbeitet werden. Ilg hofft, daß er durch diese neuere Stopftechnik einen möglichst großen Teil der primären Kontraktionsphase ausschalten kann und dadurch bessere Füllungen erhält.

Helbig (26) wiederum ist der Meinung, daß man dem Dimensionsverhalten jahrelang eine zu große Bedeutung beigemessen habe, und es sollte nicht zu sehr als Wertmesser für unsere Amalgame herangezogen werden. Das zeige Fischer, nachdem er festgestellt hatte, daß "Wertungsunterschiede von 10 Mikron bei der Expansion gegebenenfalls sogar bedeutungslos sein können". Er bestätige damit die Beobachtungen von McDonald und Phillip, die mit einem im Laboratoriumsversuch kontrahierenden Amalgam im Munde zufriedenstellende Ergebnisse erzielten. Helbig hebt hervor, daß die Frage des Zeitpunktes der Verarbeitung des angemischten Amalgams für den Zahnarzt nicht so wichtig sei, da der Amalgamierungsprozeß mit dem Beginn des Anmischens beginnt und dann "nach unbestimmten Gesetzen" abläuft. Ob sich das Amal-

gam dann im Munde befindet oder außerhalb des Mundes, sei deshalb gleich.

Auch Lacroix (27) steht auf dem Standpunkt, daß man der Expansion und Kontraktion keine zu große Bedeutung beimessen darf, und er ist wie auch Loebich (28) und viele andere der Meinung, daß die Güte einer Amalgamfüllung zu einem großen Teil von der Sorgfalt des Zahnarztes abhängt.

Dies beweisen noch einmal die Arbeiten von Freytag (20), Weißhuhn (21) und v. Verbowski (22), die in zahlreichen Stopfversuchen mit Amalgam zeigen, daß die Amalgamfüllung durch eine bestimmte Stopftechnik verbessert werden kann. Durch Versuche mit Kollegen bewiesen Freytag und Weißhuhn, daß diese Stopftechnik reproduzierbar ist, das heißt, Kollegen, die anfangs schlechte Füllungen legten, stellten nach Erlernung einer bestimmten Stopftechnik mit demselben Amalgam bessere Füllungen her.

"Wenn wir also den heutigen Fragen-Komplex der Amalgamfüllung betrachten, so ist deutlich, daß das Problem noch nicht restlos gelöst ist; immerhin haben die Untersuchungen gezeigt, daß der Praktiker in der Füllungstherapie die Amalgamfüllung anders betrachten sollte als bisher, und daß auch das Amalgam kein toter Werkstoff ist, sondern ein Material, mit dem nur unter Beachtung neuester Forschungsergebnisse beste Resultate erzielt werden können." (Kluczka, 14).

## EXPERIMENTELLER TEIL

### EINLEITUNG

Da man heute der Meinung ist, daß die Güte der Amalgamfüllung zu einem großen Teil von der Zubereitungs- und Stopftechnik abhängt, sind auf diesem Gebiet schon viele Versuche durchgeführt worden.

Über die Frage, ob eine bestimmte Stopftechnik zu einem besseren Randschluß führt und inwieweit die Güte der Amalgamfüllung von der Zubereitungs- und Stopftechnik abhängig ist, sind besonders in letzter Zeit zahlreiche Untersuchungen gemacht worden.

Freitag (20) beschäftigte sich in seiner Arbeit mit 67%igem Silber-Amalgam, das der ADA-Spezifikation in bezug auf die Expansion entsprach. Er untersuchte, ob er in jedem Fall mit einer bestimmten, immer der gleichen Zubereitungs- und Stopftechnik, einen guten Randschluß erhalten kann und ob diese Ergebnisse leicht von anderen Personen wiederholt werden können. Nur 65% der Füllungen wiesen einen guten Randschluß auf.

Weißhuhn (21) prüfte in seinen Untersuchungen u. a. nach, ob er die Freitag'sche Stopftechnik mit demselben Amalgam (Degussa N 670) reproduzieren kann. Dieser Versuch gelang ihm nicht vollständig. Nur 50% seiner N-Amalgamfüllungen zeigten einen guten Randschluß.

Die eigentliche Aufgabe seiner Arbeit war es nachzuprüfen, ob die Freitag'sche Stopftechnik auch auf ein anderes der ADA-Spezifikation entsprechendes Amalgam, nämlich das Degussa "Standalloy" übertragen werden kann. Bei diesen Versuchen wurde die Freitag'sche Stopftechnik mit geringfügigen Änderungen als Grundlage verwandt. Weißhuhn stopfte im Gegensatz zu Freitag unter größerem Zeitaufwand und in kleineren Portionen. Die Ergebnisse, die er mit Standalloy erhielt, waren sehr gut. 90% aller 120 Füllungen waren bei dem maximal angewandten Luftdruck von 400 cm/WS dicht.

v. Verbowski (22) untersuchte in seiner Arbeit Amalgame verschiedener Zusammensetzung. Er wandte bei allen Amalgamen die gleiche Zubereitungs- und Stopftechnik an, um zu sehen, ob in jedem Fall ein guter Randschluß erreicht werden kann, oder ob sich größere Unterschiede zwischen den einzelnen Amalgamen in ihrer Qualität ergeben.

Das Ergebnis seiner Arbeit war ein dichter Randschluß der Amalgamfüllungen

in durchschnittlich 80 - 95% aller Fälle. Der Unterschied zwischen dem Amalgam mit dem besten und dem schlechtesten Randschluß betrug also nur 15%. v. Verbowski kommt an Hand seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß ein dichter Randschluß in jedem Fall erreicht werden kann, wenn das Amalgam gemäß der ADA-Spezifikation zubereitet und sorgfältig gestopft wird, d.h. in kleinen Portionen, großem Zeitaufwand und wenn anstelle des angerauten Amalgamträgers ein zylinderförmiger, glatter Amalgamstopfer verwendet wird.

Da er in seiner Arbeit verschiedenartige Amalgame verschiedener Zusammensetzung untersuchte und doch nur geringe Abweichungen zwischen den einzelnen Amalgamen auftraten, kommt er zu der Auffassung, daß der Grund für undichte Füllungen bei den von ihm untersuchten Amalgamen in erster Linie auf eine schlechte Misch- und Stopftechnik sowie auf die Verwendung von ungeeigneten Instrumenten zurückzuführen ist und nicht auf die Art des Amalgams, also nicht auf seine Zusammensetzung oder Korngröße.

Meine Untersuchungen sind als Fortsetzung und Erweiterung derjenigen von v. Verbowski zu betrachten.

Mir wurde die Aufgabe gestellt, die schon von v. Verbowski untersuchten 10 Amalgamsorten, die in ihrer Zusammensetzung ganz verschieden waren, auf ihre Luftdurchlässigkeit an Hand einer größeren Versuchsreihe zu untersuchen und festzustellen, ob diese Ergebnisse reproduzierbar sind. Zunächst mußte ich für diese Untersuchungen die Freytag-Weißhuhn'sche Stopftechnik erlernen, was mir annähernd gelang. Über deren Handhabung und Ergebnisse werde ich noch näher berichten.

Da v. Verbowski bei seinen Untersuchungen auffallend gute Ergebnisse erzielte, bessere als Freytag und Weißhuhn, soll es die Hauptaufgabe dieser Arbeit sein, nachzuprüfen, ob in jedem Fall die Ergebnisse von v. Verbowski reproduzierbar sind. Weiterhin soll untersucht werden, ob diese besonders guten Ergebnisse eventuell darauf zurückzuführen sind, daß er bei seinen Stopfversuchen mit einem besonders großen Stopfdruck arbeitete. Deshalb sollte jemand, der über nicht so große Kräfte verfügt, z.B. eine Frau, die gleiche Versuchsreihe noch einmal durchführen. Um festzustellen, ob die von mir erzielten Ergebnisse reproduzierbar sind, wurde dieselbe Versuchsanordnung ein zweites Mal durchgeführt. Sie soll zeigen, ob die beiden Versuchsreihen stark voneinander abweichen.

## HERSTELLUNG DER PHANTOMKAVITÄT UND DIE VERSUCHSANORDNUNG

Die Phantomkavität, ein kleiner Glasrohr, wurde in der gleichen Weise wie bei den Untersuchungen von Freytag, Weißhuhn und v. Verbowski einseitig mit Amalgam gestopft. Diese Glasröhren hatten einen Durchmesser von 5 mm und eine Tiefe von 4 mm. Um die Kavitäten gut stopfen zu können, wurden dieselben auf einen Metallstab, der auf einem Metallsockel angebracht war, geschoben. Auf dem Metallstab befand sich ein Metallring mit einer Stellschraube, durch die man den Ring in jeder beliebigen Höhe einstellen und so die Höhe der Kavität bestimmen konnte. Gleichzeitig stellte er für das Glasrohr ein Widerlager dar. Um zu erreichen, daß die Kavität immer die gleiche Tiefe hatte, war noch ein kleiner Metallklotz (Matrize) vorhanden, der genau in das Glasröhrchen paßte und die Größe der zu füllenden Kavität einnahm (siehe Abbildung neben S. 16). Mit ihm wurde von Zeit zu Zeit kontrolliert, ob der durch die Stellschraube festgestellte Metallring an dem Metallstab sich noch an der gleichen Stelle befand. Glasröhren und Metallklotz mußten dann genau miteinander abschließen. Somit hatten die Phantomkavitäten alle die gleiche Höhe.

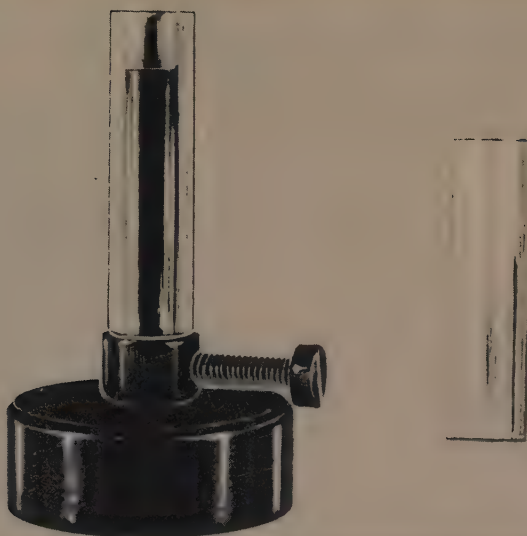
Die Versuchsanordnung bestand noch aus einem Tonometer von Recklinghausen und einem Wasserbehälter. Sie dienten zur Prüfung der Phantomfüllungen auf ihre Luftdurchlässigkeit. Mit dem Tonometer konnte man einen maximalen Luftdruck bis zu 400 cm/WS erzeugen, den man auf einer Skala, die an dem Tonometer angebracht war, ablesen konnte. Mit einem Gummiballon, der durch einen T-Schlauch mit dem Tonometer verbunden war, wurde der Druck erzeugt. Dieser konnte mittels eines kleinen Ventils an dem Ballon reguliert und registriert werden. An das andere freie Ende des T-Schlauches wurde das mit Amalgam gestopfte Glasrohr angeschlossen. Mit dem Tonometer war es also möglich, genau festzustellen, bei welchem Luftdruck die Füllung dicht war. Die gemessene Phantomfüllung wurde dann, wie später noch näher beschrieben wird, in den Wasserbehälter getaucht. - Um zu erreichen, daß der Abstand zwischen Wasseroberfläche und Füllungsrand immer der gleiche war, stand in dem Wasserbehälter eine kleine Haltevorrichtung für das mit dem Schlauch verbundene Röhrchen. Durch diese Vorrichtung brauchte das Glasröhrchen von der Versuchsperson nicht selbst unter Wasser gehalten zu werden. Außerdem war es möglich, den Abstand zwischen Füllungsrand und Wasseroberfläche immer gleich groß zu halten.

## MESSMETHODE

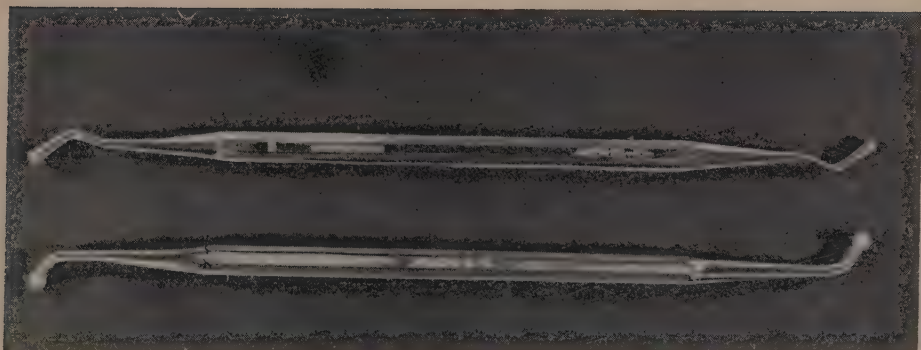
Nachdem die Glasröhrchen einseitig mit Amalgam verschlossen worden waren, wurden sie bis zur Erhärtung für 24 Stunden in einem Wasserbad bei Raumtemperatur aufbewahrt. Das Wasserbad ist dabei so zu verstehen, daß sich die Glasröhren in einem trockenen Behälter befanden, der dann wiederum in einen Behälter mit Wasser gestellt wurde. Die einzelnen Glasröhrchen kamen also nicht mit Wasser selbst in Berührung. Die Raumtemperatur schwankte zwischen 18 und 22 Grad C; die Temperatur des Wassers wurde laufend kontrolliert und lag zwischen 18 und 20 Grad C.

Bei einer im Mund gelegten Amalgamfüllung sind die Verhältnisse zwar anders, doch wurde wie bei Freytag, Weißhuhn und v. Verbowski auf die Einhaltung der Körpertemperatur bei der Aufbewahrung der Phantomfüllungen verzichtet.

Nach 24 Stunden wurden die Phantomfüllungen mit dem Tonometer nach der Blasendruckmethode nach Knappwost, die von Weißhuhn ausführlich geschildert wird, auf ihre Luftdurchlässigkeit geprüft. Die zu untersuchende Phantomfüllung wurde durch einen Schlauch mit dem Tonometer verbunden. Um zu verhindern, daß bei dieser Messung Wasser in einen eventuell bestehenden Spalt eindringt, wurde sofort der maximale Luftdruck von 400 cm/WS erzeugt, mit dem Ventil festgestellt und jetzt erst wurde das Glasröhrchen unter Wasser getaucht. Der Abstand zwischen Wasseroberfläche und Füllungsrand betrug immer 1 cm. Zeigten sich an der Oberfläche der Füllung keine Luftblasen, so wurde der maximale Luftdruck für 5 Minuten aufrechterhalten. Wenn sich während dieser Zeit keine Luftblasen mehr an der Füllungs Oberfläche bildeten, konnte man annehmen, daß die Füllung dicht war. Traten jedoch nach dem Untertauchen ins Wasser Luftblasen auf, dann wurde der Druck durch Betätigen des Ablassventils langsam verringert, und zwar so lange, bis keine Luftblasen mehr auftraten, d.h. bis der Druck erreicht war, dessen Belastung die Füllung standhielt. Auch dieser Wert wurde für 5 Minuten konstant gehalten und dann notiert. Die geprüften Füllungen wurden vom Gummischlauch gelöst, abgetrocknet und weitere 24 Stunden im Wasserbad bei Raumtemperatur aufbewahrt und zum Teil nach 24 Stunden nachgeprüft, ob sich der Wert eventuell geändert hat.



Amalgamstopfunterlage



Verwendete Instrumente



## VERSUCH, OHNE EINE BESTIMMTE STOPFTECHNIK DICHTES AMALGAM-FÜLLUNGEN MIT DEGUSSA "STANDALLOY" ZU ERHALTEN

Bei dem Füllungsmaterial handelte es sich um das 68%ige Silber-Amalgam "Standalloy" von Degussa. Es wurde im Degussa-Dosator im Verhältnis 0,88 Feilung : 0,75 Quecksilber dosiert. Die jeweilige Feilung war aus dem gleichen Jahr, das verwandte Quecksilber war chemisch rein. Es besaß eine spiegelnde Oberfläche. Zur Kontrolle wurde das Amalgamgemisch von Zeit zu Zeit auf der Sartorius-Selekta-Waage nachgeprüft. Für eine Füllung wurden dem Dosator drei Dosen entnommen. Der Dosator wurde dabei 1 Mal um seine Achse gedreht, erhielt einen kleinen Schlag auf die rechte Seite, damit sich Quecksilber und Feilung sammeln, und dann wurde der Schieber des Dosators betätigt. Die Mischung fiel in den darunterstehenden Mörser, der bei allen Versuchen anstelle des heute häufig in der Praxis angewandten mechanischen Mischapparates benutzt wurde. Bei dem Mörser handelte es sich um einen ziemlich hohen Glasmörser, in der Mitte des Bodens mit einer Nase, und einem zum Mörser eingeschliffenen Glaspistill. Nach dem Gebrauch wurden Mörser und Pistill sorgfältig von Amalgamresten gesäubert. Erhärtete Reste wurden mit einem scharfen Instrument abgesprengt.

Das Anmischen des Amalgams geschah anfangs mit schnellen Bewegungen und geringem Druck, bis die Benetzung der Feilung mit dem Quecksilber eingetreten war. Dann wurde das Amalgam mit großem Druck bis zur Füllungsreife angerieben. Die Anreibzeit dauerte im Durchschnitt 1'20". Anschließend knetete ich es noch einmal kurze Zeit in einem Kofferdamlappen durch und stopfte nun die Kavität mit 3 - 4 Portionen. Überschüssiges Quecksilber wurde anfangs belassen. Erst, nachdem die Kavität bis gut über die Hälfte gefüllt war, wurde es entfernt. Der beim Stopfen angewandte Druck war nicht übermäßig groß. An Instrumenten wurden ein rauher Amalgamträger Nr. 116 und ein großer Kugelstopfer Nr. 7 B (Durchmesser 3,5 mm) benutzt. Das Amalgam wurde mit dem angerauhten Amalgamträger in die Kavität gebracht und mit diesem dann kondensiert. In den letzten Schichten der Füllung wurde dann mit dem großen Kugelstopfer, der rotierend an der Innenwand des Glasrohres entlang geführt wurde, das überschüssige Quecksilber entfernt. Abschließend wurde die Füllungsfläche mit einem Wattebausch geglättet und, wie es in der Praxis üblich ist, glattgestrichen. Das Amalgam wurde nie mit der Hand berührt.

Die Stopfzeit dauerte für eine Füllung 5 - 7 Minuten. Um zu vermeiden, daß durch eine etwa eintretende Ermüdung schneller und nicht in der gleichen Art

gestopft wurde, füllte ich an einem Tag, auch bei späteren Versuchen, jeweils nur 10 Glasröhrchen mit Amalgam.

Auf diese Art stellte ich 20 Phantomfüllungen her. Diese wurden, wie auf S. 16 beschrieben, für 24 Stunden in einem Wasserbad aufbewahrt und nach dieser Zeit nach der Blasendruckmethode auf ihre Luftdurchlässigkeit geprüft. Das Ergebnis der Prüfungen (in Tabelle 1 festgehalten) zeigte, daß es sich um relativ undichte Füllungen handelte. Der beste Wert betrug 350, die meisten Werte lagen unter 200 cm/WS. Lediglich 5 Füllungen, die allerdings versehentlich ins Wasser gefallen waren und dort 5 Stunden gelegen hatten, waren bei dem maximal angewandten Druck von 400 cm/WS dicht. Hier trat das ein, was auch Weißhuhn in seiner Arbeit feststellte und mit "Einrosten" der Amalgamfüllung bezeichnet wird. Durch den Angriff des Wassers ist das Amalgam korrodiert. Ein eventuell vorhandener Spalt zwischen Amalgam und Glaswand oder im Amalgam selbst wird für Luft undurchlässig.

Da diese Methode offensichtlich nicht geeignet war, dichte Amalgamfüllungen herzustellen, stopfte ich in enger Anlehnung an die Freytag-Weißhuhn'sche Stopfmethode weitere 20 Füllungen mit Degussa "Standalloy". Die Zubereitung des Amalgams blieb die gleiche. In der Anreibzeit änderte sich auch nichts. Nach dem Durchkneten des Amalgams in Kofferdam wurde es wurstförmig ausgerollt und auf dem Spanngummi mit einem schneidenden Instrument in 10 gleich große Teile geteilt. Mit den gleichen Instrumenten, wie oben angegeben, wurde das Amalgam in 8 - 10 Portionen in die Kavität gebracht und mit etwas stärkerem Druck als bei den vorigen Versuchen gestopft. Von der vierten Portion ab wurde das überschüssige Quecksilber auf die gleiche Weise wie bei den vorigen Stopfversuchen entfernt. Die Füllung wurde übervoll gestopft, kuppelförmig überbaut. Durch Anwendung eines starken Daumendruckes wurde das überschüssige Quecksilber entfernt. Es trat in Form kleiner Quecksilber-Kügelchen aus. Zwischen Daumen und Füllung lag Kofferdam. Das über den Rand stehende Amalgam wurde mit einer Rasierklinge abgeschnitten. Die Stopfzeit betrug 8 - 10 Minuten. Auch die so hergestellten Füllungen zeigten keine wesentlich besseren Ergebnisse (Tabelle 2). Keine Füllung war gasdicht.

Da es mir trotz des Versuches, die Anordnung von Freytag und Weißhuhn genau einzuhalten, nicht gelang, dichte Füllungen zu erhalten, suchte ich den Fehler dafür zunächst einmal in dem von mir angewandten Stopfdruck. Ich versuchte also, von jetzt ab etwas fester zu stopfen, benötigte dazu allerdings dann auch mehr Zeit. Sie betrug 10 - 12 Minuten je Kavität. Außerdem überbaute ich, wie es Freytag und Weißhuhn taten, die Füllung zwei Mal, preßte

das überschüssige Quecksilber heraus, schnitt den Überschuß an Amalgam mit einer Rasierklinge ab und glättete die Oberfläche mit Kofferdam. Die Ergebnisse der auf diese etwas veränderte Methode gestopften 6 Füllungen waren entschieden besser (Tabelle 2 a). Ihre Werte lagen sämtlich über 280 cm/WS, und es wurde auch ein Wert mit 400 cm/WS erreicht. Zwar erhielt ich damit noch längst nicht die Werte von Freytag und Weißhuhn, doch zeigten mir die besseren Resultate, daß ich anscheinend immer noch zu schwach stopfte.

Um mich in der Amalgamstopftechnik zu üben und dadurch bessere Ergebnisse zu erzielen, stopfte ich weitere 80 Glasröhren mit Amalgam, 40 davon mit Standalloy und 40 mit N-Amalgam. Beide Amalgame sind von der Fa. Degussa. Diesmal arbeitete ich mit dem größtmöglichen Stopfdruck, dessen meine Hand fähig war, ja teils sogar mit Stempeldruck. Da meine Hand infolge dieser ungewohnten Anstrengung bald schmerzte, konnte ich am Tag nur 10 Füllungen legen, 5 davon vormittags, 5 nachmittags. Durch den größeren Stopfdruck benötigte ich auch mehr Zeit als vorher. Sie betrug 10 - 12, manchmal auch 13 Minuten.

Zuerst stopfte ich von diesen 80 neuen Versuchen die 40 mit N-Amalgam 670, da es in seiner Verarbeitung weicher ist und sich leichter füllen läßt. Das N-Amalgam wurde in der von Freytag ausführlich beschriebenen Art zubereitet und dann genauso wie Standalloy verarbeitet. Die Anreibzeit für N-Amalgam betrug im Durchschnitt 1 Minute. Je länger es angerieben wurde, desto weicher wurde es. Das Ergebnis dieser Versuche zeigte zufriedenstellende Resultate (Tabelle 3 a + b). Bei 40 mit N-Amalgam 670 verschlossenen Glasröhren waren 50 - 60% dicht, bei der gleichen Zahl mit Standalloy gefüllten Glasröhren erwiesen sich 90% als luftundurchlässig.

Mit diesem Versuch war es mir gelungen, die Stopftechnik von Freytag und Weißhuhn zu reproduzieren.

Das Verfahren änderte sich von Versuch 3 an insofern, als ich nicht mehr mit dem angerauhten Amalgamträger 116, sondern mit einem glatten Nr. 2 (ANTAEOS-RS-, Durchmesser 2,2 mm) arbeitete, da ich die Feststellung machte, daß das mit dem angerauhten Amalgamträger kondensierte Amalgam jeweils wieder an der Oberfläche aufgerissen wurde. Außer dem großen Kugelpstopfer Nr. 7 B nahm ich auch noch eine kleinere Kugel, die ich jedoch nur in den ersten beiden Schichten benutzte. Mit dieser kleineren Kugel konnte ich das Amalgam in den Kanten der Kavität besser kondensieren. Die Stopfzeit betrug, wie bereits erwähnt, 10 - 13 Minuten. Ich möchte dabei bemerken, daß diejenigen Füllungen, bei denen der Zeitaufwand am größten war,

am dichtesten waren. Die einzelnen Amalgamportionen wurden einzeln mit einem rauhen Amalgamträger in die Kavität gebracht. Mit dem glatten Amalgamstopfer wurde das Amalgam so fest wie möglich kondensiert und mit dem großen Kugelstopfer, den ich in jeder Schicht rotierend an der Innenwand der Kavität entlang führte, sollte erreicht werden, daß das Amalgam seitlich an die Glaswand gepreßt wurde. (Abbildung der verwendeten Instrumente: neben S.17).

Der Überschuß an Quecksilber wurde jeweils entfernt. Die untersten Schichten der Füllung waren quecksilber-reicher, die obersten waren möglichst quecksilber-arm. Das Quecksilber wurde in den obersten Schichten dadurch entfernt, daß das Stopfinstrument in der Mitte der Kavität aufgesetzt und schraubenförmig nach außen, also entlang der Kavitätenwand, geführt wurde. Die weiche, quecksilberreiche Schicht schob sich am Kavitätenrand hoch und konnte gut entfernt werden. Die Füllung wurde zwei Mal überbaut, und der Überschuß mit einer Rasierklinge abgeschnitten. Die Oberfläche der Füllung wurde mit der großen Kugel finiert. Die so hergestellte Füllung hatte ein glänzendes Aussehen und gab beim Anschlagen mit einem Instrument einen hellen, metallenen Klang.

#### VERSUCH, KOLLEGEN DIE BESCHRIEBENE STOPFTECHNIK ZU VERMITTELN

Um zu erfahren, inwieweit es möglich ist, ohne irgendeine Anleitung eine gute Amalgamfüllung zu legen, weiter, um zu sehen, wie die einzelnen Kollegen mit Amalgam umgehen und ob sich große Unterschiede im Stopfen bei Kolleginnen und Kollegen ergeben, bat ich 3 Zahnärztinnen und 3 Zahnärzte, einige Phantomfüllungen in der ihnen gewohnten Weise zu stopfen.

Ich mußte sofort feststellen, daß die Kollegen etwas "brutaler" beim Stopfen voringen als die Kolleginnen. Beim Material handelte es sich um Standalloy von Degussa. Um schon bei der Zubereitung des Amalgams eventuell auftretende Fehler und Unterschiede der einzelnen Kollegen auszuschalten, wurde die Zubereitung jedes Mal von mir durchgeführt. Es kam ja hier lediglich auf die Stopftechnik an.

Da ich durch meine Stopfversuche beweisen hatte, was für ein fester Druck beim Stopfen notwendig ist, konnte ich rasch feststellen, daß die Kolleginnen a) und b) nicht so sehr stopften als vielmehr nur die Kavität mit Amalgam füllten. Sie taten dies in 3 - 4 Portionen. Die Stopfzeit betrug bei beiden 3 - 4 Minuten. Da der Stopfdruck sehr gering war, das Amalgam also sehr

wenig kondensiert wurde, trat auch nur sehr wenig überschüssiges Quecksilber aus. Dieses wurde zum Teil in der Kavität belassen. Zum Stopfen wurden von beiden nur angerauhte Amalgamträger benutzt. Die Ergebnisse dieser beiden Kolleginnen waren ziemlich schlecht. Die Kollegin c), die von Anfang an sehr fest stopfte, allerdings auch nur in 3 - 4 Portionen, erzielte weit bessere Ergebnisse. Sie benutzte anfangs einen kleinen Kugelpföper und dann auch einen angerauhten Amalgampföper. Sie benötigte etwa 5 Minuten zum Stopfen. Das überschüssige Quecksilber wurde jedes Mal entfernt.

Diejenigen Kavitäten, die dann unter meiner Anleitung von den 3 Kolleginnen gestopft wurden, zeigten bei allen eine wesentliche Verbesserung des Rand-schlusses. Jedoch erzielte nur die Kollegin c), welche bereits zu Anfang mit festem Druck gearbeitet hatte, gute Resultate. Von 10 gestopften Füllungen waren 7 bei dem maximal angewandten Luftdruck von 350 - 400 cm/WS völlig dicht. Ein Wert lag zwischen 300 und 350, die anderen beiden Werte unter 200 cm/WS.

Die beiden Kolleginnen a) und b) konnten zwar ihre Stopftechnik verbessern, jedoch erreichten sie nicht die Werte, die dann später ich erzielte. Ich möchte annehmen, daß es ihnen an der nötigen Übung fehlte, denn auch ich konnte nicht sofort die Werte von Freytag und Weißhuhn reproduzieren.

Bei den Kollegen waren die Ergebnisse der gestopften Füllungen, die sie nach ihrer eigenen Methode stopften, etwas besser als bei den Kolleginnen. Sie arbeiteten im wesentlichen ebenso wie diese. Die Kollegen a) und b) arbeiteten nur mit angerauhtem Amalgampföper, die Kugel wurde nur zum Glätten der Oberfläche benutzt. Kollege c) benutzte auch zum Kondensieren des Amalgams eine größere Kugel. Da alle 3 mit größerem Druck arbeiteten und stopften, benötigten sie etwas mehr Zeit. Derjenige, der außer dem Amalgampföper auch noch die Kugel benutzte und mit sehr großem Druck arbeitete, erzielte ohne meine Anleitung bereits bei 10 gestopften Füllungen 7 randdichte. Die anderen 3 Füllungen lagen unter 300 cm/WS. Alle Kollegen entfernten nach Möglichkeit das weiche, quecksilberreiche Amalgam. Die Füllungen, die dann unter meiner Anleitung gelegt wurden, zeigten auch hier eine bessere Randdichtigkeit. Derjenige Kollege, der schon zu Anfang 70% randdichte Füllungen erzielte, verbesserte seine Ergebnisse um 10%. Kollege b) erreichte auch von 10 von ihm gestopften Füllungen 8, die einem Druck von 400 cm/WS standhielten. Der andere Kollege konnte in keinem Fall eine vollkommen dichte Füllung herstellen. Seine Werte lagen immerhin zum größten Teil zwischen 300 und 400 cm/WS.

Alle Kollegen lobten die gute Verarbeitungsweise von Standalloy. Sie fanden jedoch, daß es in seiner Konsistenz etwas zu trocken sei.

Die Ergebnisse der einzelnen zahnärztlichen Kollegen sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

Aus dem Ergebnis dieser Stopfversuche möchte ich schließen, daß man sich allgemein zu wenig Zeit zum Stopfen nimmt und als Folge dieser zu schnellen Arbeitsweise mit einem zu geringen Stopfdruck arbeitet und daß das Amalgam ungenügend kondensiert wird. Diejenigen Kollegen, die immer schon mit sehr großem Stopfdruck arbeiteten und fest kondensierten, sich also mehr Zeit für das Legen einer Füllung nahmen, erzielten verhältnismäßig günstige Resultate. Bei allen Kolleginnen und Kollegen konnte unter meiner Anleitung eine Verbesserung ihrer Stopfergebnisse erzielt werden. Eine Kollegin und zwei Kollegen konnten meine Technik reproduzieren.

Außerdem wollte ich aus dem Kollegen-Versuch ersehen, ob sich Unterschiede zwischen beiden Gruppen (weiblich und männlich) ergeben. Ich machte dabei die Feststellung, daß die Kollegen einen größeren Stopfdruck anwandten als die Kolleginnen und somit auch dichtere Füllungen legten.

Nun müßte man aus diesen Versuchen wohl die Schlußfolgerung ziehen, daß eine Zahnärztin, da sie im allgemeinen beim Stopfen nicht so viel Kraft anwendet, eine schlechtere Amalgamfüllung legt als ein Zahnarzt. Das möchte ich aber auf Grund meiner Versuche durchaus nicht behaupten. Einmal müßte die Zahl der Versuchspersonen größer sein und zum anderen handelte es sich um Phantomfüllungen und einen ungewohnten Stopfvorgang. Die Verhältnisse beim Legen einer Füllung im Munde sind ganz andere. Eine Phantomfüllung läßt keinen Schluß auf das Arbeiten am Patienten zu. Vor allem kann man am Patienten in keinem Fall mit einem so enormen Druck arbeiten, wie hier bei diesen Phantomfüllungen. Diese Versuche sollten lediglich beweisen, daß es auf die Größe des Stopfdruckes ankommt und daß die besseren Werte von v. Verbowski mit verschiedenen Amalgamen auch darauf zurückzuführen sind, daß er noch mehr Kraft beim Stopfen anwandte als ich.

#### ERGEBNISSE AN VERSCHIEDENEN AMALGAMEN MIT IMMER DER GLEICHEN STOPFTECHNIK

Eine andere Aufgabe dieser Arbeit sollte die Nachprüfung sein, ob die Ergebnisse von v. Verbowski von mir reproduziert werden können und ob in jedem

Fall, unabhängig von der Amalgamsorte selbst, ein dichter Randschluß der Füllung erreicht werden kann, wenn sie gemäß der ADA-Spezifikation ange-  
rührt und nach der auf S. 19 und 20 gegebenen Anleitung und immer mit den  
gleichen Instrumenten gestopft wird.

Bei den hier verarbeiteten Amalgamen handelt es sich um folgende Sorten:

1. Standalloy
2. Baker Aristalloy
3. Quickalloy
4. Alcla 74
5. Dentalloy White
6. Dentalloy A Cut
7. Agestan 67
8. Agestan 68
9. N-Amalgam
10. Platin-Gold-Splitter  
Amalgam 50

Sie waren in ihrem Silbergehalt und in ihrer Zusammensetzung sowie in der  
Korngröße der Amalgamfeilung recht unterschiedlich. Die Amalgame von De-  
gussa wurden in dem Degussa-Dosiergerät dosiert, bei den anderen Amalgamen  
wurden Feilungen und Quecksilber in dem in der Gebrauchsanweisung vorge-  
schriebenen Verhältnis mit der Dr. Walter- und Schmitt-Waage abgewogen.  
Alle Amalgame wurden im Mörser angemischt und verarbeitet und mit den  
gleichen Instrumenten gestopft, um auch dadurch eventuell entstehende Unter-  
schiede in der Güte der Amalgamfeilung auszuschalten. Die einzelnen Daten  
können aus Tabelle 5 ersehen werden.

Meine Ergebnisse der einzelnen Amalgame unterscheiden sich in ihrem Rand-  
schluß nicht nur wie bei v. Verbowski um 13%, sondern der Unterschied zwi-  
schen dem besten und dem schlechtesten Amalgam betrug 30%. Ich führte die-  
se Versuchsreihen 2 Mal durch, um festzustellen, ob dieselben sehr voneinan-  
der abweichen. Dies war nicht der Fall. Das schlechteste Amalgam wies also  
zu 37%, das beste zu 7,5% einen schlechten Randschluß auf.

Es müßte nun untersucht werden, ob die Amalgame, deren Ergebnisse annä-  
hernd gleich sind, auch in ihrer Zusammensetzung adäquat sind und ob sie  
eventuell den gleichen Silbergehalt aufweisen.

|           |   |                 |   |                |
|-----------|---|-----------------|---|----------------|
| Amalgam x | = | zu 92,5 % dicht | - | 74 % Ag-Gehalt |
| Amalgam y | = | zu 90 %         | - | 68 % " "       |
| Amalgam z | = | zu 87,5 %       | - | 68 % " "       |

Amalgam m = zu 65 % dicht - 68 % Ag-Gehalt  
Amalgam n = zu 62,5 % " - 67 % " "

Da die Amalgame, die einen guten Randschluß zeigten, in ihrem Silber-Gehalt verschieden sind und die schlechteren Amalgame zum Teil den gleichen Silber-Gehalt wie die besseren aufweisen, wäre noch einmal das bestätigt, was Loebich (29) über eine gute Amalgamfüllung sagt, nämlich, daß ein guter Randschluß nicht vom Silber-Gehalt abhängig ist.

Da ich bei sämtlichen Versuchen peinlichst genau darauf achtete, die Verarbeitung der verschiedenen Amalgame gleichmäßig durchzuführen und ich dennoch recht unterschiedliche Werte in bezug auf die Luftdurchlässigkeit erzielte, komme ich zwangsläufig zu der Feststellung, daß die Güte einer Amalgamfüllung nicht von ihrem Silbergehalt abhängt. Wie auch v. Verbowski durch seine Versuchsreihe zeigen konnte, hängt die Güte einer Füllung nicht von der Stopftechnik allein, sondern zu einem großen Teil von anderen Faktoren ab. Ob es sich um Unterschiede in der Größe der Feilung oder um eventuell verschiedene Zusätze zum Amalgam handelt, die einen besseren Randschluß herbeiführen könnten, soll in dieser Arbeit nicht untersucht werden.

Tabelle 1

Stopfversuche mit Standalloy von Degussa

Dosierung 0,75 Hg : 0,82 Flg.

| Nr. | Anreibezeit | Stopfzeit | Messung cm/WS<br>nach 24 Std. | Messung cm/WS<br>nach 48 Std. |
|-----|-------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1   | 1' 45"      | 7'        | 130                           | 100                           |
| 2   | 1' 43"      | 7' 40"    | 120                           | 110                           |
| 3   | 1' 30"      | 7'        | 100                           | 130                           |
| 4   | 1' 25"      | 7'        | 350                           | 350                           |
| 5   | 1' 30"      | 7' 10"    | 250                           | 250                           |
| 6   | 1' 35"      | 6' 50"    | 100                           | 130                           |
| 7   | 1' 25"      | 8' 20"    | 230                           | 200                           |
| 8   | 1' 20"      | 7' 25"    | 90                            | 140                           |
| 9   | 1' 30"      | 6' 20"    | 90                            | 150                           |
| 10  | 1' 20"      | 7'        | 110                           | 180                           |
| 11  | 1'          | 5'        | 80                            | 400 +)                        |
| 12  | 1' 20"      | 7' 20"    | 120                           | 400                           |
| 13  | 1' 25"      | 7' 10"    | 110                           | 400                           |
| 14  | 1' 25"      | 6' 50"    | 240                           | 400                           |
| 15  | 1' 20"      | 6' 80"    | 180                           | 400                           |
| 16  | 1' 15"      | 7'        | 400 +)                        | 400                           |
| 17  | 1' 25"      | 6' 30"    | 400                           | 400                           |
| 18  | 1' 10"      | 5' 80"    | 400                           | 400                           |
| 19  | 1' 15"      | 6' 25"    | 400                           | 400                           |
| 20  | 1' 10"      | 6'        | 400                           | 400                           |

+ ) Die Phantomfüllungen Nr. 11-15 haben nach der Messung nach 24 Stunden zusammen mit den Phantomfüllungen Nr. 16-20 ca. 5 Stunden versehentlich direkt im Wasser gelegen und waren daher alle dicht (s. S. 18).

Tabelle 2

Stopfversuche mit Standalloy von Degussa

Dosierung 0,75 Hg : 0,82 Flg.

| Nr. | Anreibezeit | Stopfzeit | Messung cm/WS<br>nach 24 Std. | Bemerkungen        |
|-----|-------------|-----------|-------------------------------|--------------------|
| 1   | 1' 10"      | 8' 40"    | 350                           | Füllung 1 Mal      |
| 2   | 1'          | 9' 10"    | 100                           | überbaut, Über-    |
| 3   | 1' 15"      | 8' 50"    | 150                           | schuß mit Rasier-  |
| 4   | 1' 30"      | 9' 40"    | 50                            | klinge abgeschnit- |
| 5   | 1' 25"      | 10' 10"   | 150                           | ten.               |
| 6   | 1' 10"      | 8'        | 40                            |                    |
| 7   | 1'          | 9' 25"    | 100                           |                    |
| 8   | 1' 20"      | 10'       | 350                           |                    |
| 9   | 1' 15"      | 9' 40"    | 300                           |                    |
| 10  | 1' 20"      | 8' 20"    | 40                            |                    |
| 11  | 1' 30"      | 8' 10"    | 150                           |                    |
| 12  | 1' 15"      | 8'        | 50                            |                    |
| 13  | 1' 30"      | 8' 50"    | 100                           |                    |
| 14  | 1' 25"      | 8' 30"    | 250                           |                    |

Tabelle 2a

|    |        |         |     |                      |
|----|--------|---------|-----|----------------------|
| 15 | 1' 10" | 10' 20" | 350 | Füllung 2 Mal über-  |
| 16 | 1' 25" | 11' 30" | 360 | baut, Überschuß      |
| 17 | 1'     | 12'     | 370 | mit Rasierklinge ab- |
| 18 | 1' 30" | 11' 20" | 280 | geschnitten, Ober-   |
| 19 | 1' 10" | 10' 50" | 300 | fläche dann mit      |
| 20 | 1' 20" | 11' 50" | 400 | Kofferdam geglättet  |

Tabelle 3a

Da sich durch die große Anzahl von Stopfversuchen die Anreibe- und Stopfzeit nicht wesentlich änderten, wird sie von jetzt ab nicht mehr in den Tabellen angegeben.

Stopfversuche mit N-Amalgam 670 von Degussa

Dosierung 6 Gewichtsteile Hg : 5 Gewichtsteilen Feilung.

Die Stopfzeit betrug 10 - 13 Minuten

| Nr. | cm/WS<br>nach 24 Std. | Nr. | cm/WS<br>nach 24 Std. |
|-----|-----------------------|-----|-----------------------|
| 1   | 400                   | 21  | 390                   |
| 2   | 400                   | 22  | 400                   |
| 3   | 120                   | 23  | 400                   |
| 4   | 300                   | 24  | 70                    |
| 5   | 250                   | 25  | 380                   |
| 6   | 280                   | 26  | 250                   |
| 7   | 400                   | 27  | 340                   |
| 8   | 90                    | 28  | 300                   |
| 9   | 340                   | 29  | 280                   |
| 10  | 100                   | 30  | 400                   |
| 11  | 400                   | 31  | 90                    |
| 12  | 380                   | 32  | 350                   |
| 13  | 400                   | 33  | 110                   |
| 14  | 400                   | 34  | 390                   |
| 15  | 110                   | 35  | 400                   |
| 16  | 400                   | 36  | 360                   |
| 17  | 390                   | 37  | 390                   |
| 18  | 320                   | 38  | 340                   |
| 19  | 300                   | 39  | 400                   |
| 20  | 380                   | 40  | 400                   |

Gestopft wurden:

40 Röhren

davon dicht (350-400 cm/WS): 22 Röhren = 55 %

davon undicht (unter 350 cm/WS): 18 Röhren = 45 %

Tabelle 3b

Stopfversuche mit Standalloy von Degussa

Dosierung 0,75 Hg : 0,82 Flg.

Stopfzeit betrug 10 - 13 Minuten

| Nr. | cm/WS<br>nach 24 Std. | Nr. | cm/WS<br>nach 24 Std. |
|-----|-----------------------|-----|-----------------------|
| 1   | 380                   | 21  | 400                   |
| 2   | 400                   | 22  | 400                   |
| 3   | 400                   | 23  | 380                   |
| 4   | 390                   | 24  | 400                   |
| 5   | 80                    | 25  | 400                   |
| 6   | 390                   | 26  | 380                   |
| 7   | 400                   | 27  | 90                    |
| 8   | 150                   | 28  | 380                   |
| 9   | 380                   | 29  | 400                   |
| 10  | 400                   | 30  | 370                   |
| 11  | 400                   | 31  | 400                   |
| 12  | 300                   | 32  | 400                   |
| 13  | 400                   | 33  | 350                   |
| 14  | 380                   | 34  | 400                   |
| 15  | 400                   | 35  | 250                   |
| 16  | 400                   | 36  | 400                   |
| 17  | 380                   | 37  | 400                   |
| 18  | 400                   | 38  | 400                   |
| 19  | 280                   | 39  | 380                   |
| 20  | 350                   | 40  | 390                   |

Gestopft wurden: 40 Röhren  
 davon dicht (350-400 cm/WS): 34 Röhren = 85 %  
 davon undicht (unter 350 cm/WS): 6 Röhren = 15 %

Tabelle 4

Vergleich der Stopfversuche von Kolleginnen und Kollegen  
Material: Standalloy von Degussa

| Stopfen ohne Anleitung |                    |     |          |     |     |     |
|------------------------|--------------------|-----|----------|-----|-----|-----|
| Kolleginnen            |                    |     | Kollegen |     |     |     |
|                        | a)                 | b)  | c)       | a)  | b)  | c)  |
| Lfd.<br>Nr.            | cm/WS nach 24 Std. |     |          |     |     |     |
| 1                      | 250                | 200 | 250      | 280 | 150 | 350 |
| 2                      | 100                | 180 | 300      | 150 | 90  | 400 |
| 3                      | 90                 | 300 | 90       | 380 | 380 | 300 |
| 4                      | 80                 | 100 | 350      | 350 | 180 | 370 |
| 5                      | 380                | 110 | 280      | 380 | 250 | 50  |
| 6                      | 250                | 80  | 300      | 90  | 400 | 390 |
| 7                      | 200                | 100 | 380      | 300 | 280 | 390 |
| 8                      | 360                | 350 | 400      | 160 | 400 | 400 |
| 9                      | 180                | 250 | 390      | 100 | 380 | 200 |
| 10                     | 100                | 220 | 400      | 250 | 340 | 400 |

| Stopfen unter Anleitung |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1                       | 250 | 200 | 380 | 350 | 400 | 150 |
| 2                       | 150 | 300 | 400 | 380 | 350 | 350 |
| 3                       | 400 | 350 | 90  | 300 | 360 | 360 |
| 4                       | 300 | 100 | 350 | 190 | 400 | 380 |
| 5                       | 80  | 380 | 320 | 200 | 250 | 400 |
| 6                       | 290 | 400 | 370 | 380 | 400 | 390 |
| 7                       | 340 | 250 | 400 | 350 | 100 | 390 |
| 8                       | 90  | 360 | 110 | 100 | 370 | 90  |
| 9                       | 390 | 90  | 380 | 310 | 350 | 400 |
| 10                      | 200 | 150 | 400 | 300 | 390 | 400 |

Tabelle 5

Stopfversuche an verschiedenen Amalgamen

| Material  | 1. Versuchsreihe                        |         | 2. Versuchsreihe                        |         |
|-----------|-----------------------------------------|---------|-----------------------------------------|---------|
|           | Ges. Zahl der gestopften<br>Röhren = 20 |         | Ges. Zahl der gestopften<br>Röhren = 20 |         |
|           | davon waren                             |         | davon waren                             |         |
|           | dicht                                   | undicht | dicht                                   | undicht |
| Amalgam x | 18                                      | 2       | 19                                      | 1       |
| Amalgam y | 18                                      | 2       | 18                                      | 2       |
| Amalgam z | 17                                      | 3       | 18                                      | 2       |
| Amalgam s | 16                                      | 4       | 17                                      | 3       |
| Amalgam t | 16                                      | 4       | 16                                      | 4       |
| Amalgam u | 16                                      | 4       | 16                                      | 4       |
| Amalgam v | 15                                      | 5       | 16                                      | 4       |
| Amalgam w | 16                                      | 4       | 14                                      | 6       |
| Amalgam m | 14                                      | 6       | 12                                      | 8       |
| Amalgam n | 13                                      | 7       | 12                                      | 8       |

Die Stopfzeit betrug bei allen Amalgamsorten ca. 10 - 13 Minuten.

dicht = 350 - 400 cm/WS

undicht = unter 350 cm/WS

## DISKUSSION

Der experimentelle Teil dieser Arbeit ist als Fortsetzung und Erweiterung der Arbeit von v. Verbowski zu betrachten.

v. Verbowski, der in seiner Arbeit 10 verschiedene Amalgame auf ihren Randschluß prüfte, kam dabei zu auffallend guten Resultaten. Die Werte der einzelnen Amalgame in bezug auf ihren Randschluß und ihre Luftundurchlässigkeit wichen nicht wesentlich voneinander ab.

Da man annimmt, daß v. Verbowskis Ergebnisse auf einen besonders großen Stopfdruck zurückzuführen sind, sollte die gleiche Versuchsreihe noch einmal von einer Person durchgeführt werden, die höchstwahrscheinlich über nicht so große Kräfte verfügt.

Tatsächlich sind die Werte, die ich mit den gleichen Amalgamen bekam, nicht so gut wie die v. Verbowskis. Das Ergebnis seiner experimentellen Untersuchungen zeigte, daß ein dichter Randschluß der Amalgamfüllung in 80 - 95% aller Fälle erreicht wird, wenn das Amalgam gemäß der ADA-Spezifikation angerührt und verarbeitet wird. Der Unterschied zwischen dem schlechtesten und dem besten Amalgam betrug bei ihm nur 15%, bei mir dagegen 30%.

Anfangs stopfte ich ohne irgendeine bestimmte Stopftechnik und erhielt sehr schlechte Ergebnisse. Deshalb erlernte ich erst einmal die Stopfmethode von Freytag und Weißhuhn, die auch v. Verbowski als Grundlage bei seinen Versuchen anwandte, und benutzte das gleiche Amalgam wie diese.

Nach etwa 200 Stopfversuchen gelang es mir, diese Stopftechnik zu reproduzieren und damit gleichgute Ergebnisse wie Freytag und Weißhuhn zu erreichen.

Die zuletzt erzielten guten Ergebnisse führe ich besonders auf den erheblich größeren Stopfdruck zurück. Teils arbeitete ich mit Stempeldruck. Je fester ich stopfte, je besser waren die Ergebnisse. Dieser ungemein hohe Stopfdruck ist in keinem Fall auf die Arbeit am Patienten zu übertragen, aber es kam bei dieser Arbeit vor allem darauf an festzustellen, inwieweit der Stopfdruck Einfluß auf den Randschluß der Amalgamfüllung hat. Zu diesem Zweck ließ ich auch einige Kolleginnen und Kollegen, von denen ich annahm, daß sie nicht gleichmäßig stopften, Glasröhrchen mit Amalgam verschließen. Das Ergebnis dieser Versuche bewies mir noch einmal, welchen Einfluß der Stopfdruck hat. Die Kollegen, die besonders kräftig stopften, bekamen dichtere Amalgamfüllungen als diejenigen, die nur mit schwachem Druck die Glasröhrchen füllten.

Die besseren Ergebnisse von v. Verbowski sind meines Erachtens also nur darauf zurückzuführen, daß er noch mit viel mehr Kraft stopfte als ich. Meine Ergebnisse zeigten im besten Fall eine Randdichtigkeit von 92,5%, im schlechtesten Fall nur 62,5%; die Differenz beträgt also 30%. Ich kann deshalb auch nicht sagen, daß alle Amalgame, wenn sie richtig verarbeitet werden, zu 80 - 95% dicht sind und daß der Grund für undichte Füllungen vor allem in der Misch- und Stopftechnik sowie in der Verwendung von nicht geeigneten Instrumenten zu sehen ist, wie dies v. Verbowski mit seiner Arbeit zeigt. Alle Amalgame wurden von mir selbst verarbeitet, Stopftechnik und Instrumente waren stets die gleichen, und trotzdem bekam ich bei den einzelnen Amalgamen verschiedene Ergebnisse.

Es stimmt wohl, daß eine gute Amalgamfüllung zu seinem sehr großen Teil von Zubereitung, Stopftechnik und dem Instrumentarium abhängt; dies zeigen ja auch meine ersten Versuche, bei denen ich ohne eine bestimmte Stopftechnik schlechte Ergebnisse erzielte, die sich dann mit dem gleichen Amalgam, aber einer bestimmten Stopftechnik und geeigneteren Instrumenten wesentlich verbesserten.

Aber trotzdem müssen noch andere Faktoren mitspielen, die für einen Randschluß verantwortlich zu machen sind, da ich die gleiche Versuchsreihe der 10 Amalgamsorten zwei Mal durchführte und jedes Mal annähernd gleiche Ergebnisse bekam. Mit der zweiten Versuchsreihe wird gezeigt, daß die einzelnen Werte reproduzierbar sind und nicht zufällig zustandekamen.

Um eventuelle Fehlerquellen durch Ermüdungserscheinungen auszuschalten, wurden am Tag nicht mehr als 10 Röhrchen gestopft.

Da ich mir die größte Mühe gabe, möglichst fest zu stopfen, benötigte ich zum Füllen eines Glasröhrchens mit Amalgam mehr Zeit als v. Verbowski. Ich hoffte, dadurch das Minus an Kraft, das mit wahrscheinlich fehlte, durch den Zeitfaktor auszugleichen, und es zeigte sich auch, daß die Füllungen, bei denen ich mir die meiste Zeit nahm, am dichtesten waren.

Bessere Ergebnisse wurden auch durch geeignetere Instrumente erzielt. Anfangs benutzte ich zum Stopfen einen angerauten Amalgamträger. Da ich aber während meiner Versuche feststellte, daß die Oberfläche jedes Mal wieder aufgerissen wurde und daß an der rauhen Fläche des Instrumentes alte Amalgamreste nur sehr schwer zu entfernen waren, nahm ich dann später nur noch den glatten Zylinderstopfer, der mit dazu beigetragen haben mag, daß die Füllungen, die mit diesem neuen Instrument gestopft wurden, dichter waren als die vorherigen.

Versuche mit Kollegen zeigten weiterhin, daß die Anzahl der Stopfportionen wohl nicht direkt einen Schluß auf die Güte der Amalgamfüllung zuläßt. Natürlich darf man nicht das ganze Amalgam auf einmal in die Kavität stopfen, aber es zeigte sich, daß auch mit 4 - 5 Portionen gute Ergebnisse erzielt wurden. Allerdings war der Stopfdruck dann besonders groß. Die Kollegen, die mit nur 4 - 5 Portionen die Kavität füllten, allerdings dabei die einzelnen Schichten sehr fest kondensierten, erzielten die gleichen Ergebnisse wie ich mit mehreren Portionen. Die Anzahl der gestopften Portionen ist meines Erachtens nur indirekt für den Randschluß von Wichtigkeit, und zwar führe ich wiederum den Stopfdruck an. Jemand, der sehr fest stopft, kann auch mit etwas weniger Amalgamportionen als 8 - 10 gleich gute Ergebnisse erzielen. Derjenige, der nicht so fest stopfen kann, gleicht dies dadurch aus, daß er in mehreren Portionen stopft. Dabei ist dann die zu stopfende Schicht dünner und gründlicher zu kondensieren. Durch die kleineren Portionen benötigt er dann auch mehr Zeit und kann dann ebenfalls zu guten Erfolgen kommen.

Da man im Munde nicht mit einem so großen Stopfdruck arbeiten kann wie an der Phantomfüllung, ist es also zweckmäßig, die Kavität in mehreren Portionen zu stopfen und sich für die Fülltherapie mehr Zeit zu nehmen. Dann wird die Amalgamfüllung den Anforderungen genügen, die wir an sie stellen.

Weißhuhn, der in seiner Arbeit u. a. 100 Phantomfüllungen nicht trocken, sondern unter Wasser aufbewahrte, machte die Feststellung, daß sämtliche Füllungen dicht waren. Da mir aus Versehen einige Röhrchen ins Wasser fielen und dort mehrere Stunden lagen, konnte ich die gleiche Feststellung machen. Hier trat das ein, was auch Weißhuhn mit "Einrosten" der Amalgamfüllung bezeichnete. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um eine Korrosionserscheinung des Amalgams, die einen eventuell vorhandenen Spalt zwischen Glaswand und Amalgamfüllung luftundurchlässig macht.

Über die sogenannte Nachreifung des Amalgams, die besonders Freytag bei seinen Versuchen feststellte, kann ich nicht viel sagen, da die Anzahl der von mir nach 48 Stunden geprüften Füllungen zu gering ist. Bei den wenigen Füllungen, die ich nach 48 Stunden prüfte, trat eine Verbesserung des Randschlusses bei etwa 50% der Füllungen (bei Standalloy) auf. Bei etwa 20% verschlechterte sich der Randschluß.

Bei allen späteren Stopfversuchen wurde im Gegensatz zu meinen ersteren eine möglichst quecksilberarme Oberfläche angestrebt, da sich diese Füllungen als randdichter erwiesen.

Daß der bessere Randschluß auf keinen Fall vom Silbergehalt abhängt, bewies bereits v. Verbowski mit seiner Arbeit, und auch meine Arbeit zeigt dies noch einmal. Die Amalgame, die einen etwa gleich guten oder schlechten Randschluß zeigten, waren in ihrem Silbergehalt verschieden.

Da die einzelnen Amalgame alle unter den gleichen Bedingungen hergestellt wurden und die Werte trotzdem voneinander abweichen, muß der bessere Randschluß aber auch zu einem gewissen Teil von der Zusammensetzung oder Herstellung, und nicht nur von der Stopftechnik, dem Stopfdruck und dem Instrumentarium allein abhängen.

### ZUSAMMENFASSUNG

Im theoretischen Teil wird über die Entwicklung der konservierenden Zahnheilkunde und über die Möglichkeiten berichtet, die den "Zahnärzten" vor unserer Zeit zur Verfügung standen, die Zähne zu füllen, bis das Amalgam in der Zahnheilkunde allgemein anerkannt wurde. Dazu werden die Behandlungsmethoden verschiedener "Dentatores" angeführt.

Weiterhin werden die Ansichten mehrerer Autoren wiedergegeben, die sich zu der Frage, wie man eine bessere Amalgamfüllung mit einem guten Randschluß erhalten kann und welche Faktoren dabei eine besonders große Rolle spielen, geäußert haben.

Im experimentellen Teil wurde versucht, ob ohne eine bestimmte Stopftechnik eine dichte Amalgamfüllung hergestellt werden kann. Da dies nicht gelang, wurde die Freytag-Weißhuhn'sche Stopftechnik als Grundlage genommen und nach diesem Verfahren versucht, bessere Ergebnisse zu erzielen, was nach etwa 200 Stopfversuchen mit den gleichen Materialien, mit denen auch Freytag und Weißhuhn stopften, gelang. Bei Amalgam z waren 85% der Füllungen dicht, bei Amalgam n nur 62%.

Während dieser Stopfversuche zeigte sich, daß besonders der Stopfdruck, der größere Zeitaufwand und der geeignetere glatte Zylinderstopfer einen guten Einfluß auf den Randschluß der Amalgamfüllung hat. Auch das Stopfen in kleineren Portionen erwies sich als zweckmäßig. In jedem Fall wurde eine möglichst quecksilberarme Oberfläche angestrebt. Bei späteren Versuchen mit einigen Kolleginnen und Kollegen zeigte sich noch einmal, welchen großen Einfluß der Stopfdruck hat. Die Kollegen, die mit größerem Druck stopften, erzielten bessere Resultate.

Es zeigte sich außerdem, daß man auch mit weniger Amalgamportionen, aber mit einem größeren Druckaufwand, zu guten Ergebnissen kommen kann.

Einige Füllungen, die versehentlich nicht trocken, sondern unter Wasser aufbewahrt wurden, erwiesen sich als völlig luftundurchlässig.

Da mit der Freytag-Weißhuhn'schen Stopftechnik gute Ergebnisse erzielt worden waren, wurden in einer weiteren Versuchsreihe von 10 verschiedenen Amalgamen je 40 Füllungen hergestellt und auf ihre Luftdurchlässigkeit geprüft. Alle Amalgame wurden mit der gleichen Stopftechnik, denselben Instrumenten und unter gleichen Bedingungen hergestellt. Diese 10 Amalgame waren schon einmal von v. Verbowski untersucht worden. Die nochmalige Untersuchung sollte zeigen, ob die Ergebnisse von v. Verbowski reproduzierbar sind und ob die einzelnen Ergebnisse sehr voneinander abweichen.

Meine Ergebnisse wichen von den Werten, die v. Verbowski erzielte, ab, und ich kann mich deshalb nicht der Meinung v. Verbowskis anschließen, daß bei allen Amalgamen, wenn sie richtig zubereitet und verarbeitet werden, zu 80 - 95 % ein guter Randschluß erzielt werden kann. Es kommt meines Erachtens zu einem großen Teil auch auf die Zusammensetzung des Amalgams selbst an.

Um festzustellen, ob die von mir erzielten Ergebnisse reproduzierbar sind, wurde dieselbe Versuchsreihe ein zweites Mal durchgeführt. Diese zeigt, daß die einzelnen Werte nicht wesentlich voneinander abweichen.

## LITERATURVERZEICHNIS

1. Greve, H.Ch.: Vom Zahnheilhandwerk zur Zahnheilkunde. München 1952.
2. Dionis, P.: Cours d'opération de chirurgie, Paris 1740, S.612-614.
3. Strömngren, H.L.: Die Zahnheilkunde im 18.Jahrhundert. Kopenhagen, Lund, Leipzig 1935.
4. Harris, Ch.: American J. Dent. Sc. 1<sup>st</sup> Series 1, 202 (1840).
5. Miller, C.: Experimentelle Untersuchungen über Cu-Amalgam und Amalgamzemente; ref. Dtsch. Schr. Zahnärzte 12 (1894): 195.
6. Choulant: Zschr. angew. Chem., (1938): 115.
7. Greve, H. Chr.: Tabellarische Übersicht über die Geschichte der Zahnheilkunde. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 4 (1937).
8. Eichner, K.: Leitfaden der zahnärztlichen Werkstoffe, Berlin 1959.
9. Black, G.V.: Konservierende Zahnheilkunde II, Berlin, S.376 ff.
10. Baume, L.J.: Österr. Zschr. Stomat. 55 (1958): 191.
11. Pepys, W.H.: Dent. Cosmos, 1905, 435.
12. Black, G.V.: Dent. Cosmos, 1896-98.
13. Fischer, C.-H.: Dtsch. zahnärztl. Z. 10 (1955): 1595.
14. Kluczka, H.: Zahnärztl. Rdsch.: 62 (1953): 252.
15. Panthke, H.: Stoma 10 (1957): 86 ff.
16. Witzel, A.: Das Füllen der Zähne mit Amalgam, 1899, S.256.
17. Rebel, H.H.: Konservierende Zahnheilkunde, Münster 1950.
18. Haubeil, J.: Zahnärztl. Welt (1953): 588.
19. Ehrlich, R.: Dissertation Tübingen 1955.
20. Freytag, A.: Dissertation Mainz 1956.
21. Weißhuhn, G.: Dissertation Mainz 1957.
22. v. Verbowski, M.: Dissertation Mainz 1957.
23. Greth, H.: Die Amalgamfüllung, 1938.
24. Ilg, V.K.: Dtsch. zahnärztl. Z. 8 (1953): 259 ff.
25. Baume, L.J.: Dtsch. zahnärztl. Z. 10 (1955), Zürich.
26. Helbig, K.: Dtsch. zahnärztl. Z. 13 (1958), H. 13.
27. Lacroix, R.: Dtsch. zahnärztl. Z. 9 (1954): 749.
28. Loebich, O.: Dtsch. zahnärztl. Z. 6 (1951): 1194 ff.
29. Loebich, O.: Dtsch. Zahnärztl. Z. 6 (1951): 1194 ff.

Am Ende dieser Arbeit danke ich besonders Herrn Professor Dr. Joseph Kluczka für die freundliche Überlassung dieses interessanten und aktuellen Themas, für seine Ratschläge und die jederzeit wohlwollende Unterstützung der Arbeit.

Ebenso danke ich Herrn Dr. Otto Loebich, Hanau, für die vielen Hinweise und Anregungen und für die jederzeit freundliche Hilfe bei der Beschaffung der Versuchsaapparatur und der zu untersuchenden Materialien.

Mein Dank gilt ferner den Kolleginnen und Kollegen, die sich mir bei der Durchführung eines Versuchsabschnittes zur Verfügung gestellt haben.



## LEBENS LAUF

Am 23. Juni 1934 wurde ich, Christa Wölffling, als Tochter des Reichsbahn-Inspektors Werner Wölffling und seiner Ehefrau Margarete, geborene Deckert, als drittes Kind in Calbe (Saale) geboren.

Mit 7 Jahren kam ich in die Volksschule in Halle (Saale), wohin wir inzwischen verzogen waren. Nach achtjährigem Grundschulbesuch kam ich auf die Adolf-Reichwein-Oberschule und legte dort im Jahre 1954 mein Abitur ab.

Im Herbst 1954 wurde ich in Halle zum Studium zugelassen und machte dort im Mai 1955 das Vorphysikum. Im Oktober 1955 verließ ich die Ostzone, da meine Eltern und Geschwister sich bereits in der Bundesrepublik befanden.

Im November konnte ich in Mainz mein Studium fortsetzen und bestand am 28. Februar 1957 das Physikum. Am 10. Dezember 1959 legte ich das Staatsexamen in der Zahnheilkunde an der Universität in Mainz ab.









